

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 07 495 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 42 07 495.9
㉑ Anmeldetag: 10. 3. 92
㉒ Offenlegungstag: 16. 9. 93

㉓ Int. Cl.⁵:
F 02 F 11/00
F 02 B 77/08
G 01 L 23/22
G 01 L 5/00
// F02D 41/00, 41/22

DE 42 07 495 A 1

㉔ Anmelder:
FEV Motorentchnik GmbH & Co KG, 5100 Aachen,
DE

㉕ Vertreter:
Maxton, A., Dipl.-Ing.; Langmaack, J., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 50968 Köln

㉖ Erfinder:
Gürich, Gunter, Dr.-Ing., 5100 Aachen, DE; Laumen,
Hermann-Josef, Dipl.-Ing., 5138 Heinsberg, DE;
Wagner, Thomas, Dipl.-Ing., 5489 Kaltenborn, DE

㉗ Vorrichtung zur Feststellung anormaler Verbrennungsvorgänge bei Brennkraftmaschinen

㉘ Eine Vorrichtung zur Feststellung anormaler Verbrennungsvorgänge, insbesondere von Verbrennungsaussetzern, klopfenden Verbrennungen oder Glühzündungen bei Brennkraftmaschinen, mit einer Zylinderkopfdichtung zwischen dem Zylinderblock und dem Zylinderkopf, welche an der Brennraumöffnung eine als Bördel bezeichnete Randeinfassung aufweist, enthält am Bördel der Zylinderkopfdichtung ein Meßelement, welches die durch den Verbrennungsvorgang verursachte Dehnung des Bördels feststellt. Durch die Dehnung ändert das Meßelement seinen elektrischen Widerstand, seine magnetischen Eigenschaften oder seine dielektrischen Eigenschaften.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Feststellung anormaler Verbrennungsvorgänge, insbesondere von Verbrennungsaussetzern, klopfenden Verbrennungen oder Glühzündungen bei Brennkraftmaschinen mit einer Zylinderkopfdichtung zwischen dem Zylinderblock und dem Zylinderkopf, welche an der Brennraumöffnung eine als Bördel bezeichnete Randeinfassung aufweist.

Störungen der Einspritzanlage bzw. der Gemischbildung sowie des Zündsystems bei Brennkraftmaschinen verursachen Verbrennungsaussetzer, die die Leistung bzw. die Wirtschaftlichkeit von Brennkraftmaschinen verringern. Vor allem aber führen Nachreaktionen des unverbrannten Gemisches im Abgasbereich zu extrem hohen Temperaturen, die eine Schädigung oder gar eine Zerstörung des Katalysators zur Folge haben können. Das Vorhandensein auch einzelner Verbrennungsaussetzer sollte daher der Betreiber von Brennkraftmaschinen erkennen können, damit geeignete Maßnahmen zur Abhilfe eingeleitet werden.

Klopfende Verbrennungen entstehen durch Selbstzündung im noch unverbrannten Gemisch im Brennraum ottomotorischer Brennkraftmaschinen während der Verbrennung. Je nach Intensität führen klopfende Verbrennungen zu Bauteilschäden. Beim Erkennen klopfender Verbrennungen durch geeignete Meßvorrichtungen kann die Klopfneigung durch motorische Maßnahmen wie z. B. Spätverstellung des Zündzeitpunktes und/oder Absenkung des Ladedruckes, reduziert werden.

Es ist bekannt, daß Verbrennungsaussetzer im zeitlichen Verlauf des Brennraumdruckes, in der Gleichförmigkeit der Drehung (SAE 890884) sowie am zeitlichen Verlauf des Signals der Lambda-Sonde (SAE 900232) zu erkennen sind. Der Einsatz von Druckaufnehmern bietet die sicherste Möglichkeit zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern. Dazu ist jedoch ein direkter Zugang zum Brennraum erforderlich, was einen erheblichen konstruktiven und fertigungstechnischen Aufwand bedeutet. Die Auswertung der Gleichförmigkeit der Drehung zeigt eine große Empfindlichkeit gegenüber Unebenheiten der Fahrbahn. Im Lambda-Sonden-Signal sind Aussetzer aufgrund fehlender Einspritzung leicht erkennbar; durch fehlende Zündung bedingte Aussetzer sind aber nur unzulänglich detektierbar.

Zur Klopferkennung werden heute üblicherweise als Beschleunigungsaufnehmer bezeichnete Meßeinrichtungen verwendet, welche den durch klopfende Verbrennungen verursachten Körperschall erfassen. Diese Aufnehmer detektieren jedoch auch den vom Ventiltrieb herrührenden Körperschall. Diese Störungen müssen durch eine aufwendige Signalauswertung eliminiert werden.

Es ist auch bekannt, daß der durch die Verbrennung bedingte Druckanstieg meßbare Dehnungen im Bereich der Zylinderkopfdichtung verursacht. In DE-OS 29 17 406 wird ein Sensor zur Klopferkennung mit einer Widerstandsstrecke aus Kohlepulver beschrieben. Dabei wird im wesentlichen die Pressung der Zylinderkopfdichtung erfaßt. Die Empfindlichkeit dieser Anordnung wird jedoch durch die Eigenfrequenzen der Anordnung aus Zylinderkopf, Zylinderkopfdichtung und Zylinderblock beeinträchtigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in wirtschaftlicher und zweckmäßiger Weise eine sichere Erkennung anormaler Verbrennungsvorgänge in Brenn-

kraftmaschinen zu ermöglichen.

Gegenstand der Erfindung ist eine Meßvorrichtung zur Erfassung anormaler Verbrennungsverläufe, wie zum Beispiel Verbrennungsaussetzer, klopfende Verbrennungen oder Glühzündungen bei Brennkraftmaschinen mit einer Zylinderkopfdichtung, die an jeder Brennraumöffnung mit einer als Bördel bezeichneten Randeinfassung eingefast ist, wobei, wenigstens ein Meßelement am Bördel der Zylinderkopfdichtung angebracht ist, welches die durch die Verbrennung bedingte Dehnung des Bördels erfaßt.

Vorzugsweise ist das Meßelement als Stab, Folie, Draht oder Schicht ausgebildet, und es kann den Bördel teilweise, ganz oder mehrfach umfassen. Auch kann es vorteilhaft sein, daß ein Meßelement an den Bördeln von mehr als einem Zylinder angebracht ist bzw. diese ganz oder teilweise umfaßt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß das Meßelement nur an einer Stelle des Bördels angebracht und durch ein Widerlager abgestützt ist.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen bestehen darin, daß das Meßelement aus einem Material besteht, das bei Dehnung des Bördels seine magnetischen oder seine dielektrischen Eigenschaften- oder seinen elektrischen Widerstand ändert.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform besteht darin, daß das Meßelement bzw. die Meßelemente mehrerer Zylinder einen Brückenwiderstand, einen Brückenkreis oder eine vollständige Meßbrücke bilden.

Schließlich kann es vorteilhaft sein, daß das Meßelement widerstandssensitiv ist und an mindestens einer Stelle zwischen dem Bördel und einem Widerlager angeordnet ist. Auch kann ein widerstandssensitives Meßelement den Bördel ganz oder teilweise umfassen und von einem Ring, einem Draht oder einem ähnlichen Teil umgeben sein.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß das am Bördel der Zylinderkopfdichtung angebrachte Meßelement durch eine sehr kurze Übertragungsstrecke mit dem Brennraum verbunden ist und somit die durch die Verbrennung bedingten Vorgänge sehr genau und mit geringen Störeinflüssen erfaßt. Vor allem sind die besonderen Eigenschaften anormaler Verbrennungen (Aussetzer, Glühzündungen, Klopfen) im Signal des Sensors signifikant. Ein weiterer Vorteil resultiert aus der Integration des Sensors in der Zylinderkopfdichtung. So ist eine Überwachung des Verbrennungsablaufes ohne zusätzliche Bauteile oder Zugänge zum Brennraum (z. B. Bohrungen im Zylinderkopf) realisierbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 und Fig. 2 eine Zylinderkopfdichtung mit einem Meßelement zur Erfassung der Bördeldehnung mit einem dehnungsabhängigen Widerstand,

Fig. 3 und Fig. 4 Schaltungsanordnungen für die Erfassung der Bördeldehnungen mehrerer Zylinder,

Fig. 5 eine Meßvorrichtung mit einem Element, das bei Dehnung des Bördels seine magnetischen Eigenschaften ändert,

Fig. 6 eine Meßvorrichtung mit einem Element, das bei Dehnung des Bördels seine dielektrischen Eigenschaften ändert.

Fig. 7 eine Meßvorrichtung mit einem widerstandssensitiven Element, das zwischen dem Bördel und einem Widerlager angeordnet ist.

Fig. 1 zeigt ein am Bördel 11 einer Brennraumöffnung

13 der Zylinderkopfdichtung 12 einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angebrachtes MeBelement 10. Die Zylinderkopfdichtung 12 dichtet die Brennraumöffnung 13 zwischen Zylinderblock 14 und Zylinderkopf 15 ab. Durch die Verbrennung bedingt, verformt sich der Bördel 11 sowohl in radialer als auch in axialer Richtung. Diese Verformungen werden durch das sensitive MeBelement 10 erfaßt. Das MeBelement 10 kann z. B. als ein elektrisch isolierter Draht ausgebildet sein, der so am Bördel 11 angebracht ist (z. B. geklebt), daß er bei Dehnung des Bördels 11 ebenfalls gedehnt wird und deshalb seinen elektrischen Widerstand ändert.

In Fig. 2 ist eine Zylinderkopfdichtung 21 dargestellt, die über Zuganker (nicht dargestellt) durch Bohrungen 22 zwischen Zylinderkopf und Zylinderblock verspannt ist. Ein sensitives Element 20 an der Einfassung des Zylinders 23 kann aus einem Draht, einer Folie, oder einer aufgetragenen Schicht bestehen. Das sensitive Element 20 kann den Zylinder 23 teilweise, ganz oder mehrfach umfassen; es ist mit dem Bördel kraft-, form- oder stoffschlüssig wenigstens an zwei Punkten verbunden und elektrisch isoliert. An diesem Element 20 sind elektrische Zuleitungen 24 und 25 angebracht (z. B. angeschweißt), die ebenfalls elektrisch isoliert zu einem außerhalb des Bereiches der Dichtung gelegenen Steckeranschluß (nicht dargestellt) führen.

Wie in Fig. 3 dargestellt, kann ein sensitives Element 30 die Bördel mehrerer Zylinder 31 einer Zylinderkopfdichtung 32 berühren. So kann die Zahl der Zuleitungen 33 und somit die Zahl der Steckeranschlüsse reduziert werden. Zur selektiven Erfassung der Verbrennungsabläufe in Bezug auf einzelne Zylinder wird das Meßsignal mit bekannten elektronischen Mitteln in sich nicht überlappenden Zeitbereichen ausgewertet, denen jeweils der Verbrennungsablauf in einem Zylinder eindeutig zugeordnet werden kann.

Zur Auswertung ist eine Wheatstone'sche Meßbrücke vorteilhaft. Dabei ist mindestens ein Brückenwiderstand als sensitives Element am Bördel ausgebildet. Fig. 4 zeigt beispielsweise ein MeBelement 40 in einer Zylinderkopfdichtung 41 eines Motors mit vier Zylindern 42. Die Meßbrücke ist als Vollbrückenschaltung ausgebildet; sie enthält also in jedem Brückenzweig ein sensitives Element. Über Brückenspeisung 43 wird die Brücke mit einer elektrischen Spannung versorgt. Wie die Schaltung von Meßgerät 44 zeigt, wird als Meßsignal die Diagonalspannung abgegriffen.

In Fig. 5 ist ein stabförmiges MeBelement 50 mit magnetostriktiven Eigenschaften (z. B. aus Nickel) dargestellt, das zwischen Bördel 51 zur Einfassung der Zylinderkopfdichtung und der in Weichstoff 52 eingebetteten Zwischenlage 53 als Widerlager eingespannt ist. Über eine Spule 54 können die Änderungen der magnetischen Eigenschaften des Elementes 50 erfaßt werden. Die elektrischen Zuleitungen der Spule 54 werden im Weichstoff 52 gebettet nach außen geführt. Auch diese Sensorausführung läßt sich in einer Meßbrücke, wie zuvor beschrieben, integrieren. Dazu wird jeder Zylinder mit einem separaten MeBelement bestückt, die in der Zylinderkopfdichtung als Brücke verschaltet werden.

Fig. 6 zeigt ein MeBelement 60, dessen dielektrische Eigenschaften sich durch die Dehnung des Bördels 61 ändern. Dabei wird das MeBelement 60, das z. B. aus Keramik mit piezoelektrischen Eigenschaften besteht, zwischen Bördel 61 und einer in Weichstoff 62 eingebetteten Zwischenlage 63 als Widerlager eingespannt. Anschlüsse 64 sind an isolierten Elektroden 65 und 66 des MeBelementes 60 kontaktiert und sind elektrisch isoliert

im Weichstoff 62 gebettet nach außen geführt.

In Fig. 7 ist ein widerstandssensitives MeBelement 70 (z. B. Kohlepulver) dargestellt, welches den Raum zwischen Bördel 71 und einer in Weichstoff 72 eingebetteten Zwischenlage 73 füllt, die in vielen Zylinderkopfdichtungen als sogenanntes Rauhblech vorhanden ist. Das MeBelement 70 muß mit dem Bördel 71 und der Zwischenlage 73 jeweils an wenigstens einer Stelle kraftübertragend verbunden sein; es kann den Bördel aber auch teilweise oder ganz umfassen. Dieses MeBelement 70 verändert bei höherer Pressung aufgrund der Dehnung des Bördels 71 seinen elektrischen Widerstand, welcher z. B. zwischen der Zwischenlage 73 und dem Bördel 71 gemessen werden kann. Der Bördel 71 wiederum steht mit Zylinderblock 74 und/oder Zylinderkopf 75 in elektrischem Kontakt. Wenn die Zwischenlage 73 elektrisch leitend ist und von Zylinderblock 74 und Zylinderkopf 75 elektrisch isoliert ist, so können die Zwischenlage 73 sowie Zylinderblock 74 und/oder Zylinderkopf 75 als Meßleitungen dienen. Alternativ ist auch eine separate, elektrisch isolierte Zuführung der Meßleitungen (nicht dargestellt) möglich, insbesondere dann, wenn die Zwischenlage 73 elektrisch nichtleitend ist oder zwar elektrisch leitend ist, aber in elektrischem Kontakt mit dem Zylinderblock 74 und/oder dem Zylinderkopf 75 steht (nicht dargestellt). Hierzu ist dann eine von der Zwischenlage 73 elektrisch isolierte Elektrode (nicht dargestellt) zwischen dem MeBelement 70 und der Zwischenlage 73 erforderlich, die mit der separaten, elektrisch isolierten Meßleitung, z. B. schweißtechnisch, verbunden ist (nicht dargestellt). Bei einer Dehnung des Bördels 71, die z. B. aufgrund der Verbrennung auftritt, dient die Zwischenlage 73 als Widerlager. Wenn keine Zwischenlage 73 vorhanden ist und das Dichtmaterial kein ausreichend steifes Widerlager für das MeBelement 70 bildet, so kann ein Widerlager auch durch Einlegen eines das MeBelement 70 umfassenden Teils, z. B. eines Ringes, Drahtes (nicht dargestellt), geschaffen werden. Dieser Ring, Draht bzw. dieses Teil kann z. B. elektrisch isoliert sein und mit einer ebenfalls elektrisch isolierten Meßleitung, z. B. schweißtechnisch, verbunden sein und somit gleichzeitig als Widerlager und als Elektrode dienen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Feststellung anormaler Verbrennungsvorgänge, insbesondere von Verbrennungsaussetzern, klopfenden Verbrennungen oder Glühzündungen bei Brennkraftmaschinen, mit einer Zylinderkopfdichtung (12) zwischem dem Zylinderblock (14) und dem Zylinderkopf (15), welche an der Brennraumöffnung (13) eine als Bördel (11) bezeichnete Randeinfassung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß am Bördel (11) der Zylinderkopfdichtung (12) ein MeBelement (10) angeordnet ist, welches die durch den Verbrennungsvorgang verursachte Dehnung des Bördels (11) feststellt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das MeBelement (10, 20, 30, 40, 50, 60) als Stab, Folie, Draht oder Schicht ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das MeBelement (20, 30, 40) den Bördel wenigstens teilweise umfaßt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das MeBelement (30) den Bördel mehrfach umfaßt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß ein Meßelement (30, 40) an den Bördeln von mehr als einem Zylinder (31, 42) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßelement (50, 60) an nur einer Stelle des Bördels (51, 61) angebracht ist und durch ein Widerlager (53, 63) abgestützt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (50) aus einem Werkstoff besteht, welcher bei Dehnung des Bördels (51) seine magnetischen Eigenschaften ändert.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (60) aus einem Werkstoff besteht, welcher bei Dehnung des Bördels (61) seine dielektrischen Eigenschaften ändert.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (10) aus einem Werkstoff besteht, welcher bei Dehnung des Bördels (11) seinen elektrischen Widerstand ändert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (40) bzw. die Meßelemente mehrerer Zylinder Bestandteil(e) einer elektrischen Brückenordnung (43, 44) ist (sind).

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (70) widerstandssensitiv ist und zwischen dem Bördel (71) und einem Widerlager (73) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (70) widerstandssensitiv ist, den Bördel (71) ganz oder teilweise umfaßt und von einem Ring, einem Draht oder einem ähnlichen Teil umgeben ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

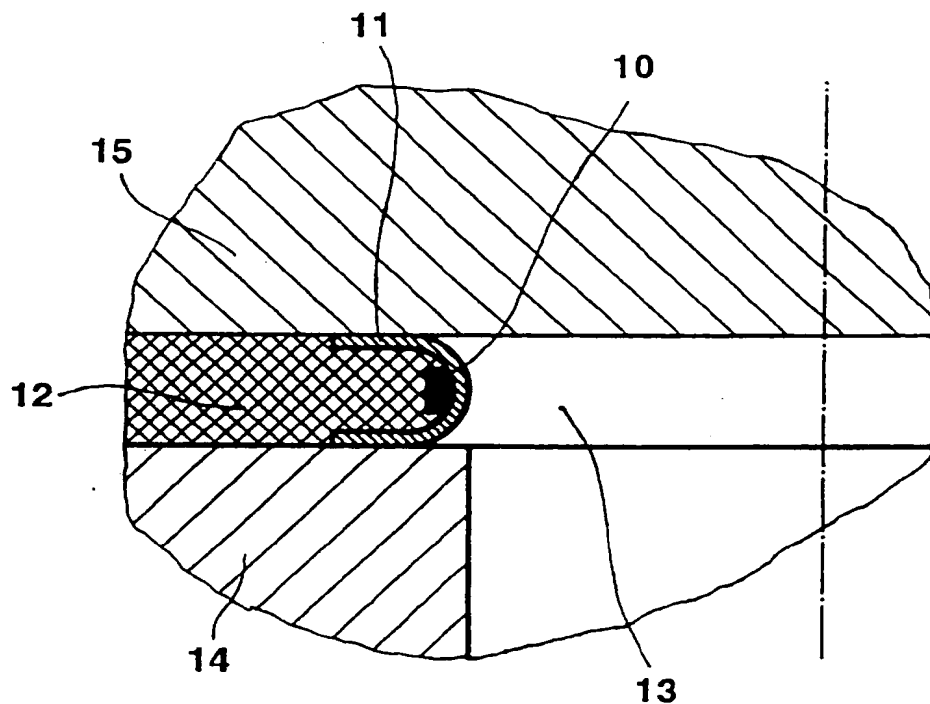


Fig. 1

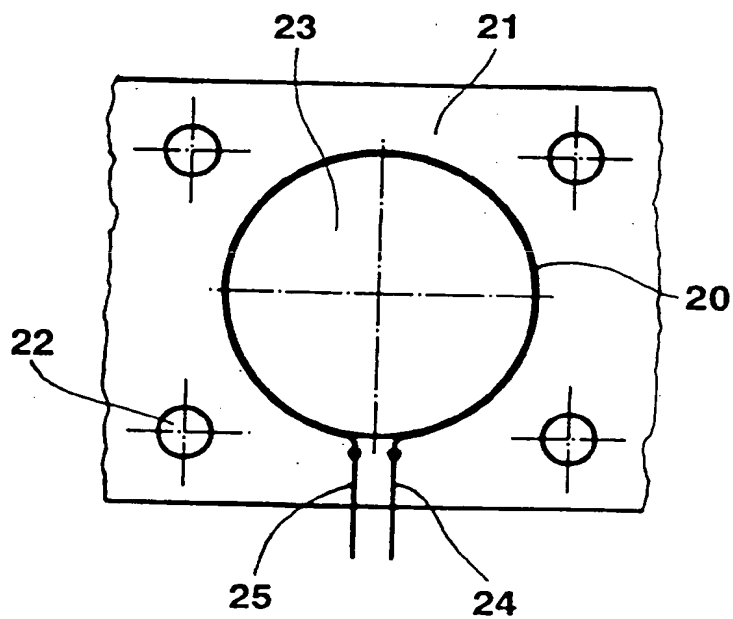


Fig. 2

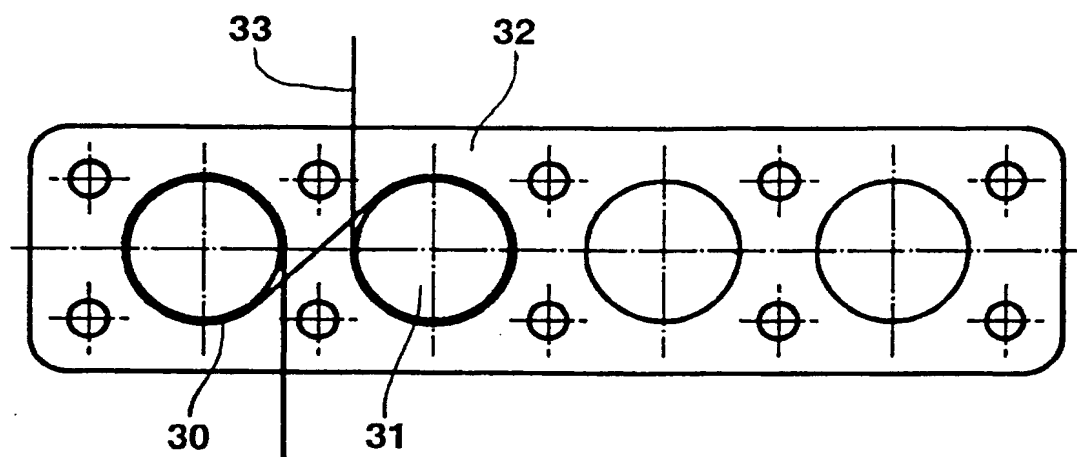


Fig. 3

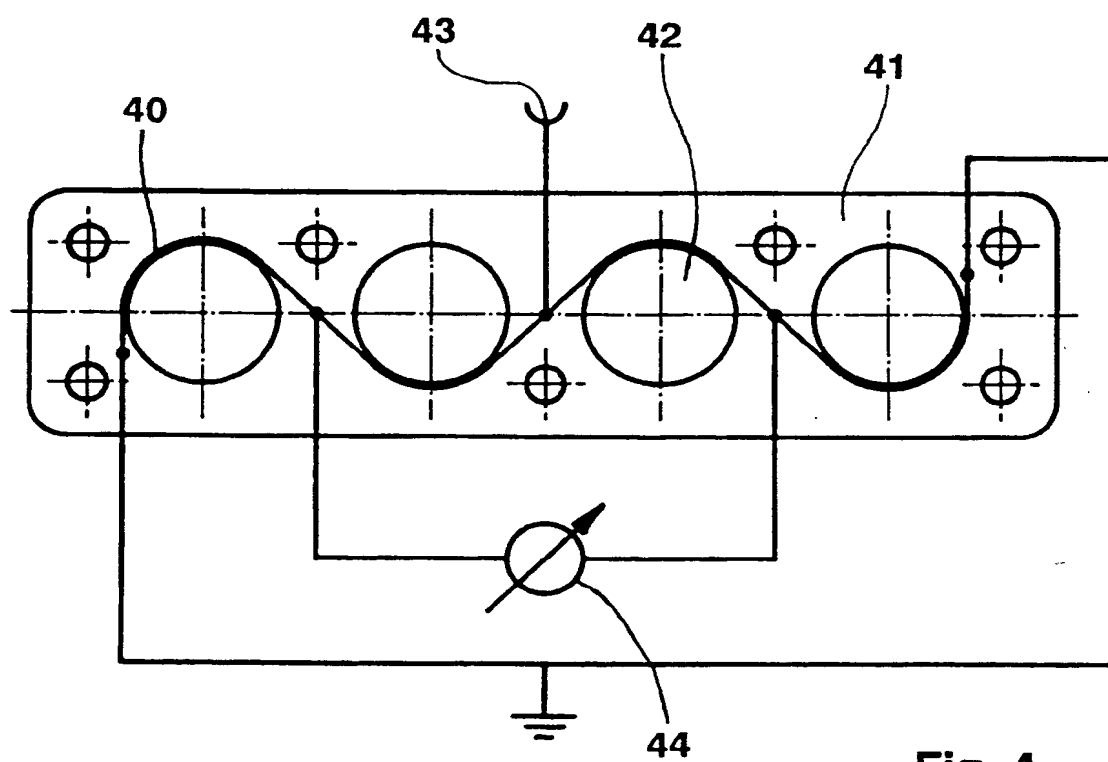


Fig. 4

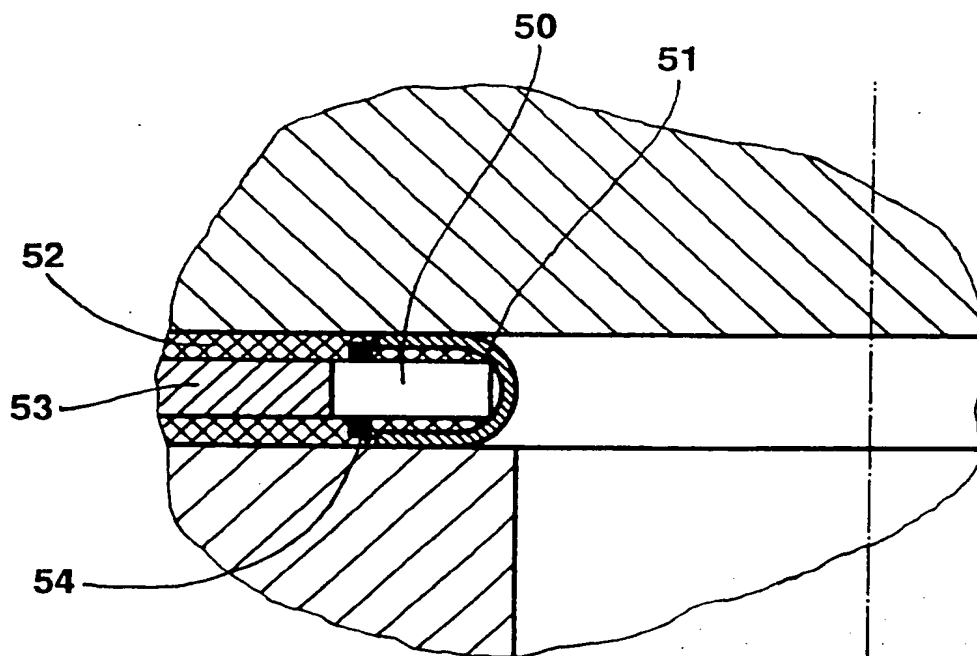


Fig. 5

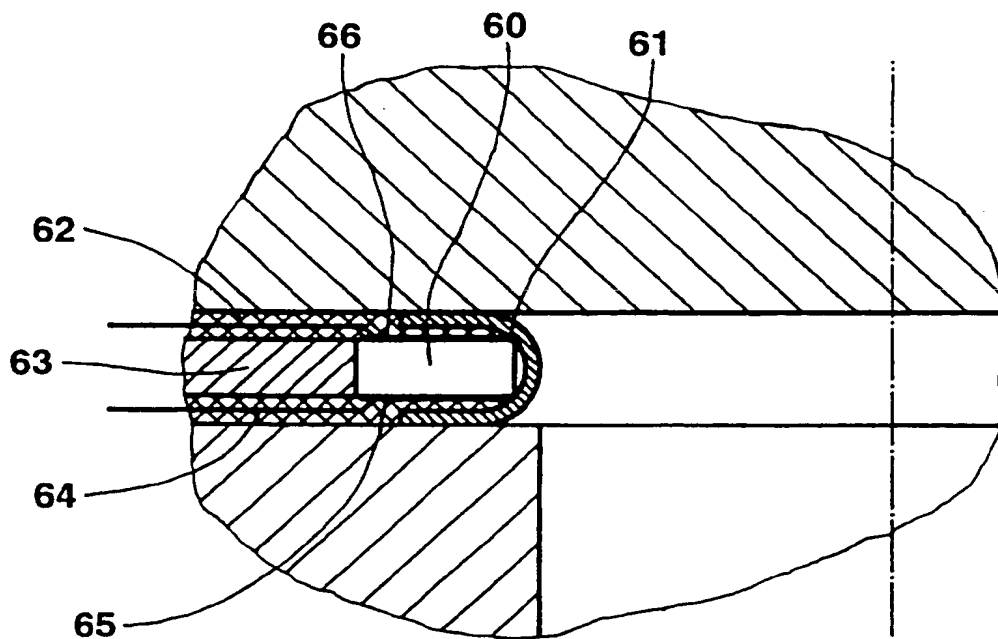


Fig. 6

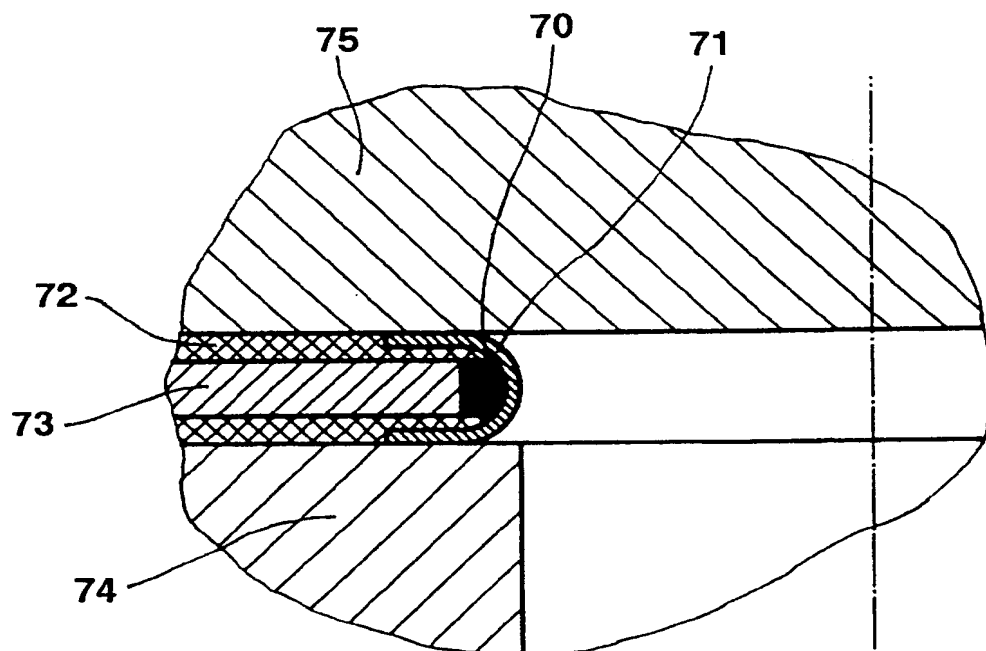


Fig. 7